

**No English title available.**

Patent Number: DE19840163

Publication date: 2000-03-16

Inventor(s): KLESING JOACHIM (DE)

Applicant(s): WEBASTO KAROSSERIESYSTEME (DE)

Requested Patent:  DE19840163

Application Number: DE19981040163 19980903

Priority Number(s): DE19981040163 19980903

IPC Classification: H02H7/085; H02P7/00; B60J1/20; E05F15/10; E05F15/20

EC Classification: H02H7/085B

Equivalents:  EP1110289 (WO0014846), JP2002525017T,  WO0014846

---

**Abstract**

---

The invention relates to a method for moving a vehicle part between at least two positions and to a drive device for implementing said method. The vehicle part is driven by an electric motor (10). A pulse signal corresponding to the rotational movement of the electric motor (10) is generated and fed to a control unit (24) for controlling the electric motor (10). The input time of each signal into the control unit (24) is detected and the actual force exerted on the vehicle part is estimated from at least part of said measured time at given extrapolation times in-between two such input times, wherein said estimated value is used as a criterion for deciding whether or not the electric motor (10) should be disconnected or reversed.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 40 163 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**H 02 H 7/085**  
H 02 P 7/00  
B 60 J 1/20  
E 05 F 15/10  
E 05 F 15/20

⑯ Aktenzeichen: 198 40 163.9  
⑯ Anmeldetag: 3. 9. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 16. 3. 2000

DE 198 40 163 A 1

⑯ Anmelder:

Webasto Karosseriesysteme GmbH, 82131  
Stockdorf, DE

⑯ Vertreter:

Wiese, G., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 82152 Planegg

⑯ Erfinder:

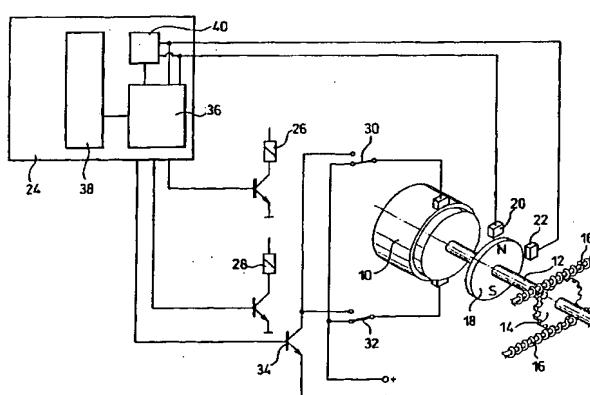
Klesing, Joachim, 80992 München, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Antriebsvorrichtung und Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen sowie eine Antriebsvorrichtung zum Ausführen dieses Verfahrens. Das Fahrzeugteil wird von einem Elektromotor (10) angetrieben. Es wird ein Pulssignal entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors (10) erzeugt und einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt. Der Zeitpunkt des Eingangs eines jeden Signals an der Steuereinheit (24) wird erfaßt und zwischen zwei solchen Eingangszeitpunkten wird zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten aus mindestens einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil abgeschätzt, wobei dieser Schätzwert als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. rerevertiert wird oder nicht.



DE 198 40 163 A 1

# DE 198 40 163 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen verstellbares Fahrzeugteil sowie ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen.

5 Aus der DE 43 21 264 A1 ist eine Antriebsvorrichtung bekannt, bei welcher ein Elektromotor eine Kfz-Fensterscheibe antreibt. Mittels zweier um 90 Grad versetzter Hall-Sensoren, die mit einem auf der Motorwelle angeordneten Magneten zusammenwirken, wird ein Signal erzeugt, aus welchem die momentane Periodendauer der Motordrehung und damit die momentane Drehzahl des Motors zu jedem Zeitpunkt, zu dem ein solches Signal an einer Steuereinheit zum Steuern des Motors eingeht, bestimmt wird. Sobald die momentane Drehzahländerung, die sich aus der Differenz 10 zweier aufeinanderfolgender Drehzahl-Meßwerte ergibt, einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt, wird der Motor reversiert, um einen eventuell eingeklemmten Gegenstand freizugeben.

Aus der DE 195 11 581 A1 ist eine ähnliche Antriebsvorrichtung bekannt, bei welcher jedoch der Schwellwert positionabhängig variabel gewählt ist, wobei in einem Speicher für bestimmte Positionen des Verstellwegs die in einem früheren Lauf erfaßte Geschwindigkeitsänderung zwischen zwei benachbarten Positionen gespeichert ist, um daraus in Abhängigkeit von der letzten aktuell erfaßten Position und Geschwindigkeit den Abschaltschwellwert für die Geschwindigkeit jeweils positionabhängig zu berechnen.

15 Aus der DE-OS 29 26 938 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb in gleichbleibenden zeitlichen Abständen die Motordrehzahl zu erfassen, die Differenzen aufeinander folgender Werte zu bilden, diese Differenzen aufzuaddieren, wenn sie größer als ein vorbestimmter Schwellwert sind, und ein Abschalten oder Reversieren des Motors auszulösen, 20 sobald die aufaddierte Summe einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt.

Aus der DE 43 12 865 A1 ist eine Antriebsvorrichtung für ein Kfz-Fenster bekannt, welche die Motordrehzahl mittels zweier Hall-Detektoren erfaßt und bei Überschreiten eines Schwellwerts für die relative Änderung der Drehzahl den Motor reversiert. Dabei wird der Schwellwert in Abhängigkeit von der erfaßten Motorspannung und der durch einen Temperatursensor am Motor ermittelten Umgebungstemperatur ständig neu berechnet. Dabei werden auch die Stand/Betriebszeiten des Motors berücksichtigt, um von der Motortemperatur auf die Umgebungstemperatur schließen zu können.

Aus der DE 196 18 219 A1 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb die Drehzahlschwelle bzw. die Drehzahländerungsschwelle des Motors, ab welcher ein Reversieren des Motors erfolgt, aus den positionsabhängigen Drehzahldaten eines vorher erfolgten Referenzlaufs abhängig von der Position des Deckels zu ermitteln.

Nachteilig bei solchen die Drehzahl erfassenden Antriebsvorrichtungen ist, daß zwischen zwei Signalen zur Erfassung 30 der Periode bzw. der Motordrehzahl der Einklemmschutz nicht wirksam ist und insoweit unter Umständen ein Einklemmen eines Gegenstands nur mit Verzögerung erkannt wird, was zu einer erhöhten Einklemmkraft und damit zu Beschädigungen an der Betätigungsmechanik des verstellbaren Fahrzeugteils oder zu Verletzungen an eingeklemmten Körperteilen führen kann.

Aus der DE 195 14 954 A1 ist eine Antriebsvorrichtung für ein Kfz-Fenster bekannt, welche den Motorstrom erfaßt 35 und außerdem die Fensterstellung mittels Hall-Sensoren im Motor erfaßt und bei Überschreiten eines Schwellwerts für den Motorstrom in Abhängigkeit von der Fensterstellung den Motor reversiert.

Nachteilig bei solchen den Motorstrom erfassenden Antriebsvorrichtungen ist, daß zur Motorstromerfassung zusätzliche elektronische Bauteile erforderlich sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil sowie ein Verfahren zum Verstellen eines beweglichen Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen zu schaffen, durch welche(s) ohne zusätzliche Bauteile ein rasches Erfassen eines Einklemmens eines Gegenstands ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Antriebsvorrichtung gemäß Anspruch 30.

45 Bei dieser erfindungsgemäßen Lösung ist vorteilhaft, daß der Einklemmschutz auch zwischen zwei Signalen, d. h. zwischen zwei Meßwerten, ohne zusätzlichen Aufwand, wie er z. B. bei der Motorstromerfassung nötig ist, wirksam ist und so auch sehr schnell auf Einklemmfälle reagieren kann.

Bevorzugt weisen die Extrapolationszeitpunkte einen festen zeitlichen Abstand auf.

Vorzugsweise werden Federsteifigkeiten, Dämpfungen und Reibungen der Antriebsvorrichtung bei der Bestimmung 50 der Krafteinwirkung berücksichtigt. Durch diese Modellierung des Systems kann die Auslöseschwelle niedriger gelegt werden.

Vorzugsweise wird jeweils bei Eingang eines neuen Pulssignals aus der Differenz zu mindestens einem früheren Pulssignalmeßwert ein Meßwert der aktuellen Periodendauer der Motordrehung bestimmt, wobei zu jedem Extrapolationszeitpunkt ein Schätzwert der aktuellen Periodendauer unter Berücksichtigung mindestens einer vorangegangenen gemessenen Periodendauer ermittelt wird, aus den abgeschätzten Periodendauern eine abgeschätzte aktuelle Drehzahländerung bestimmt wird und aus den abgeschätzten Drehzahländerungen der Schätzwert der aktuellen Krafteinwirkung bestimmt wird.

Ferner ist bevorzugt vorgesehen, daß sich die abgeschätzte Drehzahländerung aus der Differenz der für einen Extrapolationszeitpunkt abgeschätzten Periodendauer und der für den vorhergehenden Extrapolationszeitpunkt abgeschätzten Periodendauer ergibt, wobei sich die für jeden Extrapolationszeitpunkt abgeschätzte Periodendauer ergibt als Summe aus der letzten gemessenen Periodendauer und der mit Parametern gewichteten Summe aus mehreren vor der letzten gemessenen Periodendauer gemessenen Periodendauern, wobei letztere Summe mit der seit der letzten Messung vergangenen Zeit multipliziert ist.

60 Vorzugsweise werden in der Summe nur die letzten drei der der letzten Messung vor dem Extrapolationszeitpunkt vorangegangen Messwerte der Periodendauer berücksichtigt. Dies ist für eine zufriedenstellende Funktion ausreichend.

Bevorzugt wird die Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil dadurch ermittelt, daß jede abgeschätzte Drehzahländerung mit einem Proportionalitätsfaktor multipliziert wird und die so erhaltenen Werte aufsummiert werden, sobald die abgeschätzte Drehzahländerung einen unteren Schwellwert übersteigt. Dadurch wird der Einfluß kleiner Drehzahländerungen

# DE 198 40 163 A 1

vermindert, was die Auslösegenauigkeit erhöht.

In bevorzugter Ausführung der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß, wenn die abgeschätzte Drehzahländerung einen oberen Schwellwert übersteigt, statt der abgeschätzten Drehzahländerung nur der obere Schwellwert in die Summation eingeht. Dadurch werden Fehlauslösungen des Einklemmschutzes durch Vibrationseinflüsse verhindert.

Der obere Schwellwert ist vorzugsweise variabel in Abhängigkeit von dem letzten ermittelten Drehzahländerungswert gewählt. Dadurch kann die Auslösegenauigkeit weiter erhöht werden.

Ferner ist die Steuereinheit vorzugsweise so ausgebildet, daß der Proportionalitätsfaktor für die Ermittlung der Kraftänderung aus der Drehzahländerung in Abhängigkeit von der Motorkennlinie gewählt ist, die vor Inbetriebnahme ohne angetriebenes Fahrzeugteil für mindestens eine Motorspannung ermittelt wird. Dadurch wird eine bessere Modellierung des individuellen Systems erzielt, so daß die Auslöseschwelle niedriger gelegt werden kann.

Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht ferner darin, daß parallel zu der Ermittlung des Schätzwerts der aktuellen Krafteinwirkung in mindestens einer zweiten unabhängigen Berechnung aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten zweiten Zeitpunkten ein zweiter Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird, wobei der zweite Wert als ein zusätzliches Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Motor abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht. Dies hat den Vorteil, daß die erste und die zweite Berechnung für unterschiedlich schnelle Einklemmovationen bzw. Kraftänderungen optimiert werden können, was die Auslösegenauigkeit weiter erhöht.

Vorzugsweise wird zu bestimmten Zeitpunkten eine spektrale Analyse der innerhalb eines bestimmten Zeitfensters bis zum Analysezeitpunkt ermittelten oder abgeschätzten Drehzahländerungen vorgenommen, wobei der Motor nur dann abgeschaltet oder reversiert wird, wenn das ermittelte Spektrum bestimmte Anforderungen erfüllt. Dies schützt für Fehlauslösungen unter Rüttelbedingungen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden sind zwei Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung,

Fig. 2 eine graphische Darstellung eines beispielhaften zeitlichen Verlaufs der Periodendauer der Motordrehung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung eines Einklemmfalls, und

Fig. 4 schematisch ein Fahrzeugdach zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß Fig. 3.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 treibt ein als Gleichstrommotor ausgebildeter Elektromotor 10 über eine Welle 12 ein Zahnritzel 14 an, welches mit zwei zug- und drucksteif geführten Antriebskabeln 16 im Eingriff steht. Zwischen dem Elektromotor 10 und dem Ritzel 14 liegt optional noch ein nicht dargestelltes Schneckengetriebe. Die beweglichen Deckel 54 von Fahrzeug-Schiebedächern, heute überwiegend als Schiebe-Hebe-Dächer oder Spoilerdächer ausgeführt, werden meistens mittels solcher Antriebskabel 16 angetrieben. Die Fensterheber einer Kfz-Tür wirken oft über eine Seiltrommel und ein glattes Seil auf das bewegbare Teil, d. h. die Scheibe. Für die folgende Betrachtung ist es gleichgültig, wie die Krafteinleitung auf das bewegliche Fahrzeugteil erfolgt. Bevorzugt wird der Deckel 54 eines Schiebe-Hebe-Daches angetrieben, der jedoch wegen der besseren Übersichtlichkeit nur in Fig. 4 dargestellt ist.

Auf der Welle 12 ist ein Magnetrad 18 mit wenigstens einem Süd- und einem Nordpol drehfest angebracht. Selbstverständlich können auch mehrere, beispielsweise je vier Nord- und Südpole am Magnetrad 18 angeordnet sein, wodurch die Periodendauer der Signale entsprechend verkürzt wird. In Umfangsrichtung um etwa 90 Grad versetzt sind nahe des Magnetrads 18 zwei Hall-Sensoren 20, 22 angeordnet, die jeweils bei jedem Durchgang des Nord- bzw. Südpols des Magnetrads 18 ein Impulssignal an eine mit einem Mikroprozessor 36 und einem Speicher 38 versehene Steuereinheit 24 abgeben, die somit etwa bei jeder Viertelumdrehung der Welle 12 ein Signal empfängt. Die Periodendauer ergibt sich jeweils aus dem Abstand zweier aufeinanderfolgender Signale an demselben Sensor 20 bzw. 22, die im Abstand einer vollen Umdrehung der Welle 12 eingehen. Wegen der 90 Grad-Anordnung der beiden Sensoren 20, 22 wird die Periodendauer abwechselnd aus der zeitlichen Differenz der beiden letzten Signale an dem Sensors 20 bzw. 22 berechnet, so daß jede Viertelumdrehung ein neuer Wert der Periodendauer zur Verfügung steht. Durch diese Art der Bestimmung der Periodendauer wirken sich Abweichungen von der exakten 90 Grad-Geometrie der Sensoranordnung nicht auf die Periodendauer aus, wie dies bei einer Bestimmung der Periodendauer aus der Zeitdifferenz zwischen dem letzten Signal des einen Sensors und des anderen Sensors der Fall wäre.

Aufgrund der Phasenverschiebung der Signale der beiden Sensoren 20, 22 kann auch die Drehrichtung bestimmt werden. Zusätzlich kann aus den Signalen der Hall-Sensoren 20, 22 auch die aktuelle Position des Deckels 54 ermittelt werden, indem diese Signale einem der Steuereinheit 24 zugeordneten Zähler 40 zugeführt werden.

Die Drehrichtung des Elektromotors 10 kann von der Steuereinheit 24 über zwei Relais 26, 28 mit Umschaltkontakte 30, 32 gesteuert werden. Die Drehzahl des Motors 10 wird durch Pulsbreitenmodulation über einen von der Steuereinheit 24 angesteuerten Transistor 34 gesteuert.

Aus dem Zeitpunkt des Signaleingangs von den Hall-Sensoren 20 bzw. 22 bestimmt der Mikroprozessor 36 die momentane Periodendauer der Umdrehung der Welle 12 und somit auch des Elektromotors 10. Somit steht etwa zu jeder Viertelumdrehung der Welle 12 ein Meßwert für die Periodendauer zur Verfügung. Um auch zwischen diesen Zeitpunkten einen Einklemmschutz zu gewährleisten, werden ständig in einem festen Zeitraster, z. B. nach jeweils 1 ms, Schätzwerte für die Periodendauer aus vorangegangenen Meßwerten der Periodendauer extrapoliert, beispielsweise nach folgender Formel:

$$T^*[k] = T[i] + k \cdot (a1 \cdot T[i-1] + a2 \cdot T[i-2] + a3 \cdot T[i-3]) \quad (1)$$

wobei a1, a2, a3 Parameter sind, i ein Index ist, der bei jedem Signaleingang, d. h. bei jeder Viertelperiode, inkrementiert wird, und k der Laufindex des festen Zeitrasters ist, der bei jedem neuen Meßwert für die Periodendauer auf Null rückgesetzt wird. Statt der letzten vier Meßwerte können je nach Anforderung auch mehr oder weniger Meßwerte berücksichtigt werden, z. B. nur die letzten beiden.

# DE 198 40 163 A 1

Die Parameter  $a_1, a_2, a_3$  modellieren das Gesamtsystem der Antriebsvorrichtung, d. h. Motor **10**, Kraftübertragungskomponenten und Deckel, und sind durch die Federsteifigkeiten, Dämpfungen und Reibungen des Gesamtsystems bestimmt. Daraus ergibt sich eine Bandpaßwirkung mit der Eigenschaft, daß spektrale Anteile des Periodenzeitzverlaufs, die von Vibrationen herrühren, schwächer bewertet werden als solche, die von einem Einklemmfall herrühren. **Fig. 2** zeigt schematisch einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der gemessenen Periodendauern  $T$  und der daraus abgeschätzten Periodendauern  $T^*$ . Die gestrichelte Kurve stellt den wahren Verlauf der Periodendauer dar.

5 Aus den so bestimmten Schätzwerten für die Periodendauer wird dann die Drehzahländerung zum Zeitpunkt  $[k]$ , bezogen auf den vorhergehenden Zeitpunkt  $[k-1]$ , abgeschätzt, wobei ein Motorspannungsfilter und ein Wegprofilfilter verwendet werden, um Einflüsse der Motorspannung und der Position, an welcher sich das bewegliche Fahrzeugteil, d. h. der Deckel, gerade befindet, auf die Motordrehzahl zu eliminieren, wobei folgende Formel verwendet wird:

$$\Delta N^*[k] = (T^*[k] - T^*[k-1])/(T^*[k])^2 - Vu(Um[k]) - Vr(x[k]) \quad (2)$$

15 wobei  $Um[k]$  die Motorspannung zum Zeitpunkt  $[k]$  ist,  $Vu$  ein Motorspannungsfilter ist, welches die Abhängigkeit der Drehzahl von der von der Steuereinheit **24** erfaßten Motorspannung nachbildet,  $x[k]$  die Position des Deckels zum Zeitpunkt  $[k]$  ist und  $Vr$  ein Wegprofilfilter ist, das die Abhängigkeit der Motordrehzahl von der Position des Deckels nachbildet.

20 Das Motorspannungsfilter  $Vu$  bildet das dynamische Verhalten des Motors bei Spannungsänderungen nach. Vorzugsweise ist das Motorspannungsfilter  $Vu$  als Tiefpaß ausgebildet, dessen Zeitkonstante gleich der Motorzeitkonstante ist. Die Zeitkonstante ist abhängig von dem Betriebsfall, d. h. vom Öffnen oder Schließen des Deckels **54** in Schiebe- oder Absenkrichtung, und von der Größe der Spannungsänderung.

25 Das Wegprofilfilter  $Vr$  wird durch einen Lernlauf nach Einbau der Antriebsvorrichtung in das Fahrzeug automatisch ermittelt. Die Position des Deckels **54** wird, wie oben erwähnt, aus den mittels des Zählers **40** aufsummierten Impulsignalen der Hall-Sensoren **20, 22** bestimmt.

25 Die Entscheidung, ob ein Einklemmfall vorliegt oder nicht, erfolgt anhand der folgenden Formel:

$$\Sigma(Vf \cdot \Delta N^*[k]) = \Sigma(\Delta F[k]) > Fmax \quad (3).$$

30 Die abgeschätzten Drehzahländerungen  $\Delta N^*[k]$  werden mit einer festgesetzten zeitlich konstanten Untergrenze verglichen. Sobald sie diese Untergrenze übersteigen, werden sie jeweils mit einem Proportionalitätsfaktor  $Vf$  multipliziert, der die Steilheit der Motorkennlinie des Elektromotors **10** (Drehmoment über Drehzahl) wiedergibt. Die Steilheit ist bei konstanter Motorspannung und Motortemperatur in etwa konstant, ist jedoch für jeden Elektromotor **10** individuell verschieden. Um diese Einflüsse zu eliminieren, wird einerseits durch einen Temperaturfühler die Umgebungstemperatur erfaßt und die Motortemperatur über die Erfassung der Betriebsdauer genähert (statt der Umgebungstemperatur kann auch die Motortemperatur durch einen Temperatursensor am Elektromotor **10** direkt erfaßt werden). Andererseits werden bei jedem Elektromotor **10** vor dem Anschließen an den Deckel **54** im Rahmen der Fertigungsprüfprüfung bei konstanter Motorspannung zwei Wertepaare für Drehzahl und Drehmoment ermittelt und in dem Speicher **38** abgespeichert. Aus diesen Meßwerten wird die Steigung der Motorkennlinie ermittelt, woraus der Proportionalitätsfaktor  $Vf$  berechnet wird.

40 Das Produkt aus  $\Delta N^*[k]$  und  $Vf$  entspricht der Änderung  $\Delta F[k]$  der Krafteinwirkung auf die Verschiebebewegung des Deckels **54** zum Zeitpunkt  $[k]$ , bezogen auf den Zeitpunkt  $[k-1]$ .

45 Die  $\Delta F[k]$ -Werte werden aufsummiert, solange die  $\Delta N^*[k]$ -Werte über der festgesetzten Untergrenze liegen. Sobald zwei aufeinanderfolgende  $\Delta N^*[k]$ -Werte wieder darunter liegen, wird die Summe auf Null gesetzt. Falls ein  $\Delta N^*[k]$ -Wert eine festgesetzte Obergrenze übersteigt, geht an Stelle dieses  $\Delta N^*[k]$  nur der Wert der Obergrenze in die Summe ein. Dies dient dazu, Einflüsse von Vibrationen, die zu kurzzeitigen periodischen Spitzen der Drehzahländerung führen, auf das Erkennen eines Einklemmfallen möglichst zu eliminieren. Diese Obergrenze kann im einfachsten Fall konstant gewählt werden. Um die Genauigkeit der Auslösung zu erhöhen, kann jedoch die Obergrenze auch in Abhängigkeit von der aktuell ermittelten Drehzahländerung zeitlich variabel gewählt werden, z. B. in der Form, daß die Obergrenze mit ansteigender aktueller Drehzahländerung angehoben wird.

50 Sobald die Summe der  $\Delta F[k]$  eine maximal zulässige Klemmkraft  $Fmax$  übersteigt, löst die Steuereinheit **24** durch Ansteuerung der Relais **26, 28** über die Schalter **30, 32** ein Reversieren des Elektromotors **10** aus, um einen eingeklemmten Gegenstand oder ein eingeklemmtes Körperteil sofort wieder frei zu geben.

55 Somit ist der Einklemmschutz durch das beschriebene Extrapolieren der Periodendauern auch zwischen zwei Meßwerten der Periodendauer jeweils zu festen Zeitpunkten aktiv, wodurch ein Einklemmfall früher, d. h. noch bei geringerer Einklemmkraft, erkannt werden kann, was Verletzungen oder Beschädigungen besser vorbeugt und dadurch die Sicherheit der Antriebsvorrichtung erhöht.

60 Um die Fehlauslösungs wahrscheinlichkeit beim Auftreten von Rüttelkräften weiter zu verringern, kann eine spektrale Analyse der innerhalb eines bestimmten Zeitfensters bis zum Analysezeitpunkt ermittelten Drehzahländerungen vorgenommen werden. Bei Auftreten bestimmter spektraler Charakteristika, insbesondere bei Auftreten eines deutlich ausgeprägten Peaks, der nicht in dem für Einklemmfälle typischen Spektralbereich liegt, wird ein Auslösen verhindert, auch wenn die Schwelle  $Fmax$  überschritten wird.

65 In **Fig. 3** ist schematisch eine zweite Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Der wesentliche Unterschied zur oben beschriebenen ersten Ausführungsform besteht darin, daß parallel und unabhängig zu einer erfundungsgemäßen Extrapolation der gemessenen Periodendauern zu bestimmten Zeitpunkten und der Bestimmung von Schätzwerten für die Krafteinwirkung auf das verstellbare Fahrzeugteil in einer ersten Berechnung **50** eine zweite Berechnung **52** mit einem eigenen Parametersatz und einer anderen Abtastrate durchgeführt wird, die ebenfalls einen Wert für die momentane Krafteinwirkung liefert. Für die Entscheidung, ob der Motor abgeschaltet bzw. umgedreht werden soll, werden die Ergebnisse beider Berechnungen in einer Logikstufe **54** in Form einer ODER-Verknüpfung berücksichtigt. Dies ergibt sich aus

# DE 198 40 163 A 1

folgenden Überlegungen:

Die Steifigkeit des Gesamtsystems setzt sich aus den Steifigkeiten der Schiebe-Hebe-Dachmechanik, des eingeklemmten Körpers sowie der Fahrzeugkarosserie zusammen. Einerseits hängt die Steifigkeit des eingeklemmten Körpers von der Art des Körpers ab. Andererseits ist die Steifigkeit der Karosserie stark von dem Ort abhängig, an dem der Körper eingeklemmt wird. Dies gilt insbesondere bei der Absenkbewegung eines Deckels 54 aus einer Ausstellposition, siehe Fig. 4. Wird dabei ein Körper 56 im Bereich der Dachmitte eingeklemmt (in Fig. 4 mit 58 angedeutet), so ist das Gesamtsystem aufgrund der möglichen Durchbiegung der Deckelhinterkante wesentlich weicher als bei einem Einklemmen im Randbereich (in Fig. 4 mit 60 angedeutet).

Mit Abtastrate ist im folgenden der Abstand der Zeitpunkte gemeint, zu welchen ein Wert für die momentane Krafteinwirkung bestimmt wird. Wenn das System mit einer einzigen festen Abtastrate arbeitet, können der Parametersatz der Berechnung, insbesondere die Schwell- bzw. Grenzwerte, und die gewählte Abtastrate nur für eine einzige Steifigkeit des Gesamtsystems optimiert werden, wobei jedoch in der Praxis je nach Art und Stelle des eingeklemmten Körpers unterschiedliche Steifigkeiten des Gesamtsystems maßgeblich sein können.

Durch das Durchführen einer zweiten parallelen Berechnung 52 ist es möglich, durch entsprechende Wahl der Berechnungsparameter und der der Berechnung zugrunde liegenden Abtastrate, d. h. der Wahl der Zeitpunkte, zu welchen ein neuer Wert der momentanen Krafteinwirkung berechnet wird, diese zweite Berechnung 52 für eine andere Steifigkeit zu optimieren.

Die zweite Berechnung 52 ist vorzugsweise für die Erfassung langsamer Krafteinwirkungsänderungen, d. h. kleiner Steifigkeiten, optimiert, während die erste Berechnung 50 für die Erfassung schneller Krafteinwirkungsänderungen, d. h. großer Steifigkeiten, optimiert ist.

In der Regel ist es bei der zweiten Berechnung 52 nicht erforderlich, eine Extrapolation von Meßwerten der Periodendauer durchzuführen, sondern es wird, je nach relevanten Steifigkeitsbereich, allenfalls nach Eingang eines neuen Meßwerts bzw. nur nach jedem n-ten Eingang eines Meßwerts eine Berechnung 52 eines neuen Werts der momentanen Krafteinwirkung vorgenommen. Grundsätzlich kann jedoch, falls erforderlich, auch die zweite Berechnung 52 einen Extrapolationsalgorithmus verwenden, wobei die Extrapolationszeitpunkte im einem größeren Abstand als bei der ersten Berechnung 50 gewählt sind.

Gemäß Fig. 3 wird in einer Drehzahlerfassungsstufe 62 aus den Eingangsgrößen Periodendauer T, Motorspannung, Deckelposition x sowie Motortemperatur gemäß den obigen Formeln (1) und (2) mit der ersten (höheren) Abtastrate, d. h. zu den Meßzeitpunkten [i] und den Extrapolationszeitpunkten [k], die aktuelle Drehzahländerung  $\Delta N^*$  bzw. die aktuelle Drehzahl  $N^*$  (diese ergibt sich aus  $N^*[k] = 1/T^*[k] - Vu(Um[k]) - Vr(x[k])$ ; statt [k] kann auch [i] stehen) bestimmt. Ferner wird die Motortemperatur bei der Drehzahlbestimmung bei der Umrrechnung von Drehzahländerung in Kraftänderung gemäß Formel (3) berücksichtigt. Die erste Abtastrate ist so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den höchsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Die Drehzahlerfassungsstufe 62 wird von der ersten Berechnung 50 und der zweiten Berechnung 52 gemeinsam verwendet.

In der ersten Berechnung 50 wird aus der Drehzahländerung  $\Delta N^*$  mittels der Formel (3) in der oben beschriebenen Weise unter Verwendung eines ersten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines ersten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines ersten Werts für den Schwellwert  $F_{max}$  zu den durch die erste Abtastrate festgelegten Zeitpunkten, d. h. den Extrapolationszeitpunkten [k], festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen ersten Schwellwert  $F_{max}$  überschreitet. Die Werte dieses ersten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der größten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

In der zweiten Berechnung 52 wird die Abtastrate so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den niedrigsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Diese zweite Abtastrate kann z. B. so gewählt werden, daß nur jeder vierte Meßwert der Periodendauer T berücksichtigt werden soll. In diesem Fall wird die zweite Berechnung nur bei jedem vierten Signaleingang von den Hall-Sensoren 20, 22 durchgeführt, d. h. es wird nur jede vierte von der Stufe 62 ermittelte Drehzahl  $N[i]$ , die auf eine gemessene Periodendauer T zurückgeht in der in Fig. 4 mit 66 angedeuteten Abtaststufe berücksichtigt. Die aus extrapolierten Periodendauern  $T^*$  ermittelten Drehzahlen  $N^*[k]$  werden natürlich ohnehin nicht berücksichtigt. Die zweite Berechnung 52 wird also nur zu jedem vierten Zeitpunkt [i] ausgeführt.

Zunächst wird dabei die Drehzahländerung  $\Delta N[i]$  gegenüber dem letzten Meßwert bestimmt. Dann wird in analoger Weise mittels der Formel (3) unter Verwendung eines zweiten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines zweiten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines zweiten Werts für den Schwellwert  $F_{max}$  festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen zweiten Schwellwert  $F_{max}$  überschreitet. Die Werte dieses zweiten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der kleinsten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

Für die Entscheidung, ob ein Einklemmfall vorliegt, d. h. der Motor abgeschaltet bzw. reversiert werden soll, werden die Ergebnisse der ersten und der zweiten Berechnung in einer Logikstufe 64 miteinander logisch verknüpft. Im einfachsten Fall ist das eine ODER-Verknüpfung. In diesem Fall wird also der Motor abgeschaltet bzw. reversiert, wenn eine der beiden Berechnungen einen Einklemmfall erfaßt hat. Die Entscheidung wird zu jedem Zeitpunkt, zu dem die erste Berechnung 50 ein neues Ergebnis liefert, vorgenommen. Da wesentlich seltener neue Ergebnisse der zweiten Berechnung 52 vorliegen, wird immer das letzte Ergebnis der zweiten Berechnung 52 der Logikstufe 64 zugeführt.

Durch die Verknüpfung der Ergebnisse der beiden Berechnungen 52, 54 können sowohl schnelle als auch langsame Krafteinwirkungsänderungen optimal erfaßt werden.

## Bezugszeichenliste

- 10 Elektromotor
- 12 Welle
- 14 Ritzel
- 16 Antriebskabel
- 18 Magnetrad

- 20, 22** Hall-Sensoren
- 24** Steuereinheit
- 26, 28** Relais
- 30, 32** Umschalter
- 5 34** Transistor
- 36** Mikroprozessor
- 38** Speicher
- 40** Zähler
- 50** erste Berechnung
- 10 52** zweite Berechnung
- 54** Deckel
- 56** Einklemmkörper
- 58** Position in Dachmitte
- 60** Position im Dachrandbereich
- 15 62** Drehzahlerfassungsstufe
- 64** Logikstufe
- 66** Abtastungsstufe

Patentansprüche

**20** 1. Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils (54) zwischen mindestens zwei Stellungen, wobei das Fahrzeugteil (54) von einem Elektromotor (10) angetrieben wird, wobei ferner ein Pulssignal proportional zur Drehbewegung des Elektromotors (10) erzeugt und einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt wird, wobei der Zeitpunkt ([i]) des Eingangs eines jeden Signals an der Steuereinheit (24) erfaßt und zwischen zwei solchen Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten ([k]) aus mindestens einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) abgeschätzt wird und wobei schließlich dieser Schätzwert als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht.

**25** 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Extrapolationszeitpunkte ([k]) einen festen zeitlichen Abstand aufweisen.

**30** 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils bei Eingang eines neuen Pulssignals aus der Differenz zu mindestens einem früheren Pulssignalmeßwert ein Meßwert der aktuellen Periodendauer ( $T[i]$ ) der Motordrehung bestimmt wird, wobei zu jedem Extrapolationszeitpunkt ([k]) ein Schätzwert der aktuellen Periodendauer ( $T^*[k]$ ) unter Berücksichtigung mindestens einer vorangegangenen gemessenen Periodendauer ( $T[i-1]$ ,  $T[i-2]$ ,  $T[i-3]$ ) ermittelt wird, wobei ferner aus den abgeschätzten Periodendauern eine abgeschätzte aktuelle Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) bestimmt und aus den abgeschätzten Drehzahländerungen der Schätzwert der aktuellen Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird.

**35** 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die abgeschätzte Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) aus der Differenz der für einen Extrapolationszeitpunkt abgeschätzten Periodendauer ( $T^*[k]$ ) und der für den vorhergehenden Extrapolationszeitpunkt abgeschätzten Periodendauer ( $T^*[k-1]$ ) ergibt, wobei sich die für jeden Extrapolationszeitpunkt abgeschätzte Periodendauer ergibt als Summe aus der letzten gemessenen Periodendauer ( $T[i]$ ) und der mit Parametern (a1, a2, a3) gewichteten Summe aus mehreren vor der letzten gemessenen Periodendauer gemessenen Periodendauern ( $T[i-1]$ ,  $T[i-2]$ ,  $T[i-3]$ ), wobei letztere Summe mit der seit der letzten Messung vergangenen Zeit ([k]) multipliziert ist.

**40** 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter (a1, a2, a3) entsprechend den Federsteifigkeiten, Dämpfungen und Reibungen des Verstellsystems gewählt sind.

**45** 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter (a1, a2, a3) so gewählt sind, daß sich eine Bandpaßwirkung der Art ergibt, daß eine Fehlerkennung eines Einklemmfalls aufgrund von Vibrationen vermieden wird.

**50** 7. Verfahren nach Anspruch 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Summe nur die letzten drei der letzten Messung ( $T[i]$ ) vor dem Extrapolationszeitpunkt ([k]) vorangegangen Messwerte der Periodendauer ( $T[i-1]$ ,  $T[i-2]$ ,  $T[i-3]$ ) berücksichtigt werden.

**55** 8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorspannung erfaßt wird und bei der Abschätzung der Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) ein Motorspannungsfilter ( $V_u$ ) verwendet wird, welches das dynamische Verhalten des Elektromotors (10) bei Spannungsänderungen nachbildet.

**60** 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Motorspannungsfilter ( $V_u$ ) als Tiefpaß ausgebildet ist, dessen Zeitkonstante gleich der Motorzeitkonstante ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellung (x) des Fahrzeugteils (54) bestimmt wird und bei der Abschätzung der Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) ein Wegprofilfilter ( $V_r$ ) verwendet wird, welches die Reibungskräfte in dem Antrieb für das Fahrzeugteil in Abhängigkeit von der Stellung (x[k]) des Fahrzeugteils (54) nachbildet.

**65** 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegprofilfilter ( $V_r$ ) durch einen Lernlauf nach Einbau der Antriebsvorrichtung in ein Fahrzeug automatisch ermittelt wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) dadurch ermittelt wird, daß jede abgeschätzte Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) mit einem Proportionalitätsfaktor ( $V_f$ ) multipliziert wird und die so erhaltenen Werte aufsummiert werden, sobald die abgeschätzte Drehzahländerung einen unteren Schwellwert übersteigt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn die abgeschätzte Drehzahländerung

# DE 198 40 163 A 1

( $\Delta N^*[k]$ ) einen oberen Schwellwert übersteigt, statt der abgeschätzten Drehzahländerung nur der obere Schwellwert in die Summation eingeht.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Schwellwert variabel ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Schwellwert in Abhängigkeit von mindestens einem Teil der ermittelten Drehzahländerungswerte ( $\Delta N^*[k]$ ) gewählt ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Schwellwert in Abhängigkeit von dem letzten ermittelten Drehzahländerungswert ( $\Delta N^*[k]$ ) gewählt ist.

17. Verfahren nach Anspruch 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Proportionalitätsfaktor (Vf) in Abhängigkeit von der Motorkennlinie gewählt ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorkennlinie vor Inbetriebnahme ohne Kopplung zum angetriebenen Fahrzeugteil (54) für mindestens eine Motorspannung ermittelt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorkennlinie dadurch ermittelt wird, daß bei fester Motorspannung zwei Wertepaare von Drehzahl und Drehmoment gemessen werden.

20. Verfahren nach Anspruch 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Proportionalitätsfaktor (Vf) in Abhängigkeit von der Motortemperatur gewählt ist.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Motortemperatur dadurch abgeschätzt wird, daß die Umgebungstemperatur und die Betriebsdauer des Elektromotors (10) erfaßt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor (10) von der Steuerungseinheit (24) abgeschaltet oder reversiert wird, sobald der Schätzwert der aktuellen Krafteinwirkung einen vorbestimmten Auslöseschwellwert (Fmax) übersteigt.

23. Verfahren nach Anspruch 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu der Ermittlung des Schätzwerts der aktuellen Krafteinwirkung in mindestens einer zweiten unabhängigen Berechnung (52) aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten zweiten Zeitpunkten ein zweiter Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, wobei der zweite Wert als ein zusätzliches Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß ermittelt wird, ob der Schätzwert der aktuellen Krafteinwirkung einen vorgegebenen ersten Auslöseschwellwert (Fmax) übersteigt bzw. ob der aus der zweiten Berechnung (52) ermittelte zweite Wert für die Krafteinwirkung einen vorgegebenen zweiten Auslöseschwellwert übersteigt.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Ergebnisse der beiden Vergleiche in einer ODER-Verknüpfung (64) verknüpft werden.

26. Verfahren nach Anspruch 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Berechnung (52) für die Erkennung langsamer Krafteinwirkungsänderungen optimiert ist.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß bei der zweiten Berechnung (52) kein Extrapolation stattfindet, sondern maximal nur nach Eingang eines neuen Pulssignals ein neuer Wert der Krafteinwirkung berechnet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß bei der zweiten Berechnung (52) nur nach jedem nächsten Eingang eines Pulssignals ein neuer Wert der Krafteinwirkung berechnet wird.

29. Verfahren nach Anspruch 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeugteil der Deckel (54) oder ein Dekkelpiece eines öffnungsfähigen Fahrzeugdaches ist.

30. Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil (54), mit einem Elektromotor (10) zum Antrieben des Fahrzeugteils (54) und einer Einrichtung (18, 20, 22) zum Erzeugen eines Pulssignal entsprechend der Drehbewegung des Motors, das einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt wird, wobei die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß der Zeitpunkt (i1) des Eingangs eines jeden Signals an der Steuereinheit (24) erfaßt wird und zwischen zwei solchen Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten aus mindestens einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) abgeschätzt wird, die als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht.

31. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 29 ausgebildet ist.

32. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulssignalerzeugungseinrichtung (18, 20, 22) ein auf einer Welle (12) des Elektromotors (10) angebrachtes Magnetrad (18) mit einem radialen Nordpol und Südpol und zwei in Umfangsrichtung um etwa 90 Grad versetzte Hallsensoren (20, 22) umfaßt, die um das Magnetrad (18) herum angeordnet sind.

33. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß die gemessenen Periodendauern jeweils aus der Zeitdifferenz der beiden letzten Signale des Sensors (20, 22) ermittelt werden, der das letzte Signal lieferte.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65

**- Leerseite -**

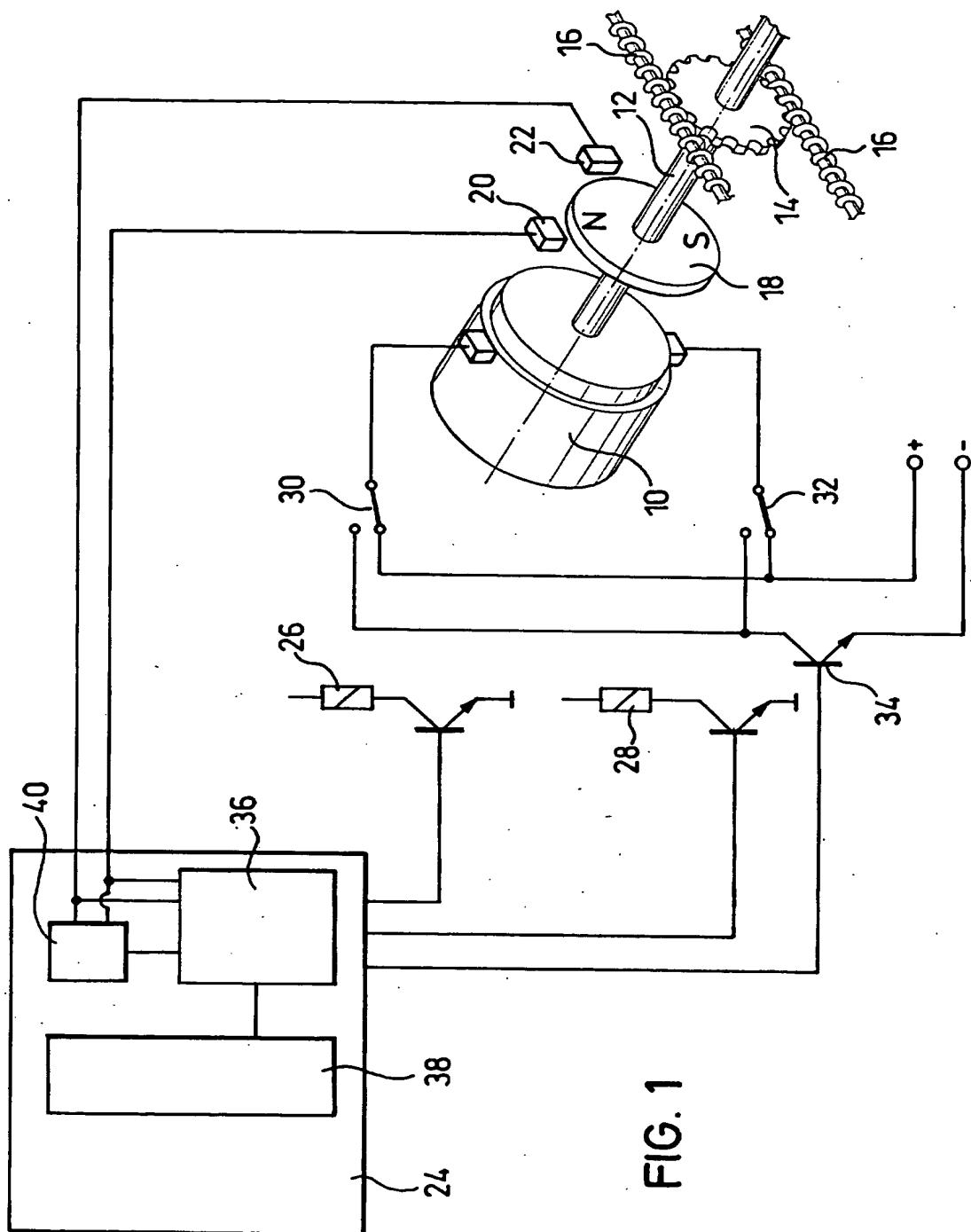


FIG. 2

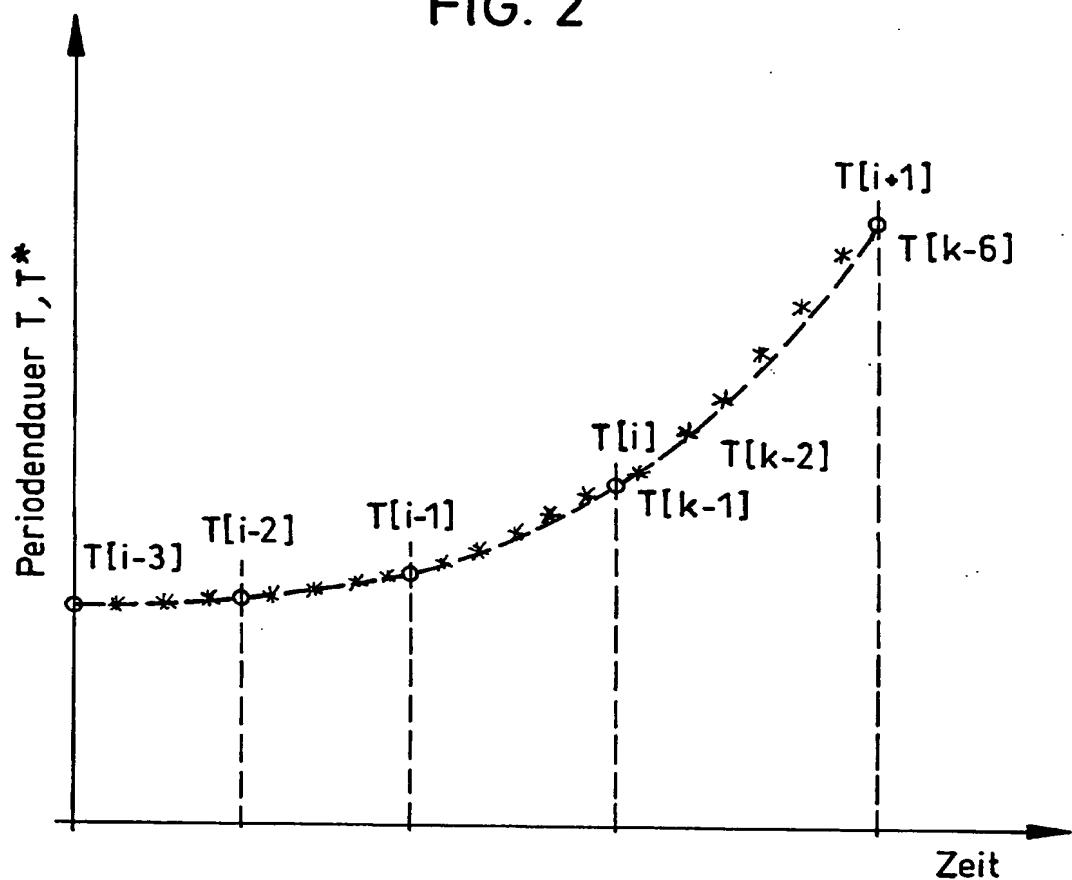
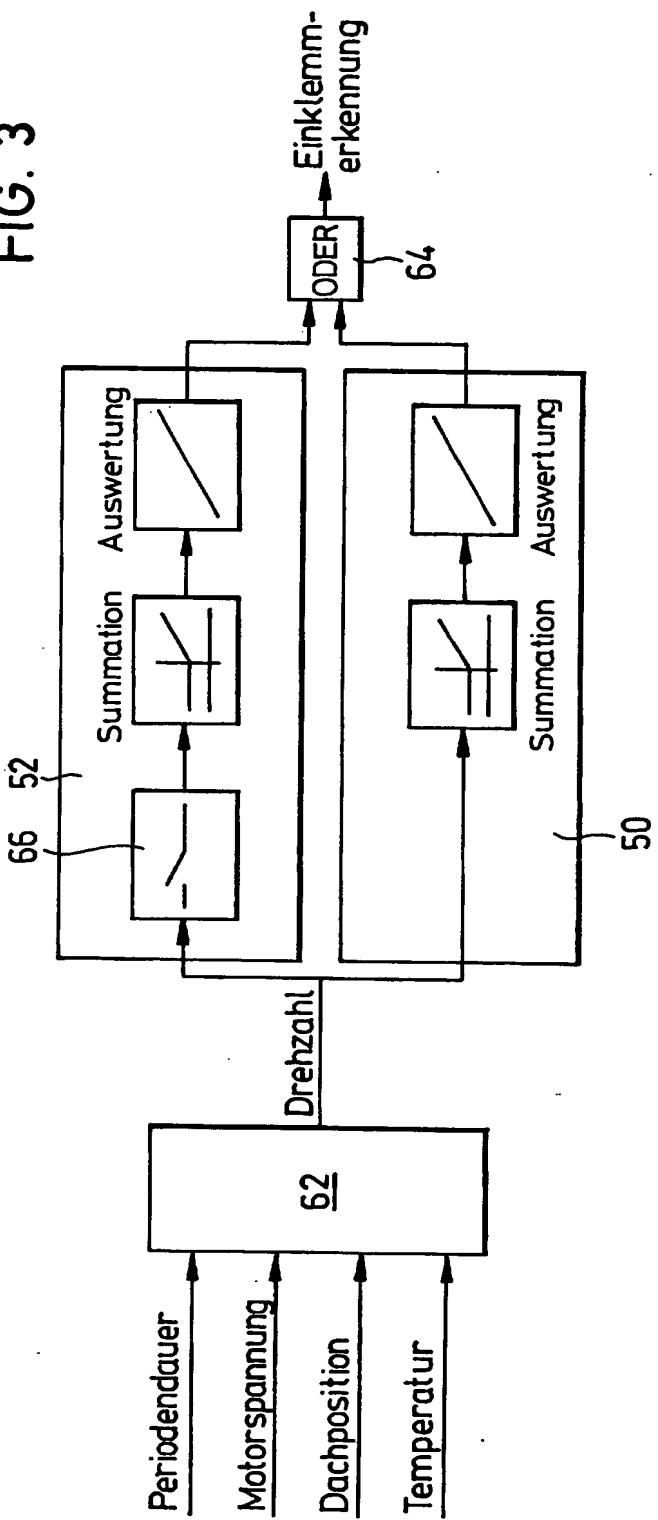


FIG. 3



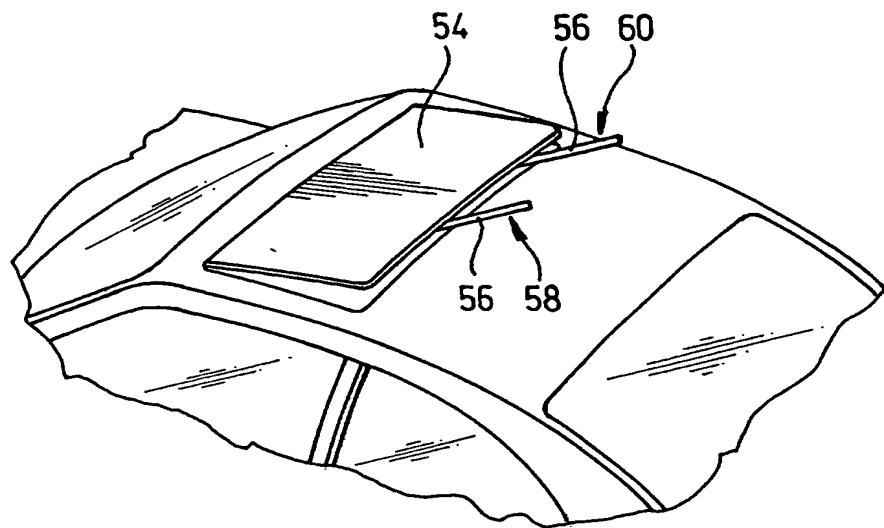


FIG. 4